"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و ششم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.23223243.2021.19.1.29.0

مقایسه عملکرد وش و کیفیت الیاف ارقام پنبه ایرانی و خارجی تارمتوسط (*Gossypium hirustum* L.)

Comparison of seed cotton yield and fiber quality of Iranian and introduced medium warp cotton (*Gossypium hirustum* L.) cultivars

هادی نجات نژاد[۱]، آیدین حمیدی[۲]، محمدمهدی رحیمی[۳]، مهدی حسینی فرهی[۴] و عبدالصمد کلیدری[۵]

چکیده

نجات نژاد، ه.، آ. حمیدی، م.م. رحیمی، م. حسینی فرهی و ع. کلیدری. ۱۴۰۳. ارزیابی عملکرد وش وکیفیت الیاف برخی ارقام خارجی و ایرانی پنبه تار متوسط (*Gossypium hirustum* L.). **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۶ (۱): ۲۰ -۱.**

پنبه یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی است که افزایش عملکرد و کیفیت الیاف آن از اهداف مهم به‌نژادی است. به‌منظور مقایسه عملکرد وش، زودرسی و کیفیت الیاف ارقام ایرانی و خارجی پنبه تار متوسط، آزمایشی در سال‌های زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و۱۴۰۰-۱۳۹۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و نه رقم پنبه شامل سه رقم ایرانی (شایان، ارمغان و گلستان) و شش رقم خارجی (Agn112، Agn117، Agn126، Speria و Tesla با منشاء یونان و Lodos (با منشاء ترکیه) در استان‌های خراسان جنوبی (بیرجند)، فارس (داراب) و اردبیل (مغان) اجرا شد. صفات و شاخص‌های اندازه‌گیری شده شامل تعداد غوزه، وزن غوزه، عملکرد وش، ظرافت، طول، یکنواختی، استحکام، کشش، درخشندگی، زردی و کیل بودند. نتایج نشان داد که اثر سال، مکان و رقم بر عملکرد وش و کیفیت الیاف ارقام پنبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد وش (۴۱۸۹/۹ کیلوگرم در هکتار)، شاخص ظرافت الیاف (۴/۷۳ میکرونز؛ میکروگرم بر اینچ)، استحکام الیاف (۳۳/۴ گرم بر تکس) و کمترین زردی الیاف (۷/۹۸ درصد) مربوط به رقم Agn117 بود. مدت زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های کرت‌ها برای رقم شایان و رقم Agn117 به‌ترتیب ۹۹/۹ و ۱۱۶/۵ روز بود و به‌ترتیب به‌عنوان زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ارقام شناخته شدند. نتایج نشان داد که عملکرد وش دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با تعداد غوزه (r=۰/۹۱*) و شاخص ظرافت الیاف (r=۰/۸۰**) و همبستگی منفی و معنی‌دار با زردی الیاف (r=-۰/۸۷**) بود. نتایج نشان داد که ارقام پنبه خارجی دارای میانگین عملکرد وش و تعداد غوزه بیشتر، دیررس‌تر و کیل الیاف بیشتری نسبت به ارقام ایرانی بودند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای و بای‌پلات نیز پنبه رقم Agn117 به‌عنوان رقم برتر شناخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که پنبه رقم Agn117 می‌تواند جایگزین مناسبی برای ارقام پنبه ایرانی در مناطق مشابه با آب و هوای مکان‌های اجرای آزمایش حاضر باشد.**

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، پنبه، زودرسی، ظرافت الیاف و عملکرد وش

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸ تاریخ پذیرش: //۱۴۰۲ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری گروه آگروتکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
۲- دانشیار پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: a.hamidi@areeo.ac.ir)
۳- استادیار گروه آگروتکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
۴- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
۵- استادیار گروه آگروتکنولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران

Comparison of seed cotton yield and fiber quality of Iranian and introduced medium warp cotton (*Gossypium hirustum* L.) cultivars

Nejatnejad, H.[1], Hamidi, A.[2], Rahimi, M.M.[3], Hosseinifarahi, M.[4] and Kelidari, A.[5]

ABSTRACT

Nejatnejad, H., Hamidi, A., Rahimi, M.M., Hosseinifarahi, M. and Kelidari, A. 2025. Comparison of seed cotton yield and fiber quality of Iranian and introduced medium warp cotton (*Gossypium hirustum* L.) cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences. 26(1): 1-20. (In Persian).**

Introduction: Improved cultivars of crops are the most important factor in optimizing yield and quality of the products. Cotton is one of the most important industrial crops and enhancement of seed cotton yield, fiber quality as well earliness are among the objectives of new cotton cultivars development. Despite of the improvement and introduction of new cotton cultivars in Iran in recent years, new introducd cotton cultivars have also been registered, introduced and commercialized in the country. Therefore, the cultivation of new introduced cotton cultivars that are early maturity, high-yielding with good fiber quality has been included in the cotton production plan of the Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran. This experiment was carried out to evaluate and compare the seed cotton yield and its components, fiber quality characteristics as well as earliness of some new introduced and Iranian upland cotton cultivars.

Materials and Methods: To evaluate and compare the seed cotton yield, fiber quality and earliness of introduced and Iranian new upland cotton cultivars field experiments were conducted in two consequent growing seasons 2019-20 and 2020-21 in three provinces Ardabil (Moghan), South Khorasan (Birjand) and Fars (Darab) using randomized complete block design with four replications. Nine cotton cultivars including six introduced cultivars; Agn112, Agn117, Agn126, Speria, Tesla and Lodos and three Iranian cotton cultivars; Shayan, Armaghan and Golestan (control) were evaluated. Seed cotton yield and its components, boll number, boll weight, and fiber quality characters including fibers fineness, length, uniformity, strength, elongation, reflectance, yellowness and gin turn out as well as earliness was determined (ays from planting to the opening of 60% of bolls of each plot).

Results: Combined analysis of variance showed that the seed cotton yield and fiber quality were affected by cultivar, year and location at the 1% probability level. The highest seed cotton yield (4189.9 kg.ha^{-1}), fiber fineness (4.73 micronair) and fiber strength (33.4 g.tex^{-1}), earliness (116.5 days) and the lowest yellowness (7.98) belonged to the cv. Agn117. Seed cotton yield had positive and significant correlation with the number of bolls (r = 0.91***) and fiber fineness (r = 0.80**) and negative and significant correlation with fiber yellowness (r= -0.87**). Comparison of introduced and Iranian cultivars showed that introduced cultivars had higher mean seed cotton yield and boll number, and was late maturity as well as more gin turn out than Iranian cultivars. Cluster and biplot analysis results showed cv. Agn117 as the superior cultivar.

Conclusion: Boll weight and number, earliness, gin turn out and fiber fineness were identified as determinant traits for improvement of seed cotton yield and fiber quality. These traits can be used for evaluation and selection of new improved cotton cultivars. Also, based on the results of this experiment the cv. Agn117 can be a suitable substitute for Iranian cotton cultivars in cotton growing areas in Iran.

Key words: Cluster analysis, Cotton, Earliness, Fiber fineness and Seed cotton yield

Received: October, 2023 Accepted: February, 2024

1. PhD Student, Department of Agrotechnology, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran
2. Associate Prof., Agriculture Research, Education and Extension Organization, Seed and Plant Certification and Registration Institute, Karaj. Iran (Corresponding author) (Email: a.hamidi@areeo.ac.ir)
3. Assistant Prof., Department of Agrotechnology, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran
4. Associate Prof., Department of Horticultural Science, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran
5. Assistant Prof., Department of Agrotechnology, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran

مقدمه

پنبه (*Gossypium* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی صنعتی است (Zafar *et al.*, 2022) و با ارتباط دادن بین دو بخش کشاورزی و صنعت، نقش مهمی در اقتصاد کشورها داشته و به آن لقب طلای سفید داده شده است. گیاه پنبه با هدف تولید الیاف و روغن در سطح ۳۲ تا ۳۴ میلیون هکتار و در بیش از هشتاد کشور جهان کشت می‌شود (Zhu *et al.*, 2021). سطح برداشت و میزان تولید پنبه در ایران به‌ترتیب ۷۰۸۰۰ هکتار و ۱۶۵۲۹۵ تن و عملکرد آن در اراضی آبی و دیم به‌ترتیب ۲۳۸۶ و ۸۳۸ کیلوگرم در هکتار است (Khosravi and Moosavi, 2019).

به‌نژادی، فرایند گزینش و یا ایجاد تغییرات ژنتیکی در گونه‌های گیاهی است که باعث ایجاد ارقام برتر با عملکرد بالاتر و تحمل به تنش‌های محیطی می‌شود (Yehia and Hashash, 2019). ارقام جدید گیاهی مهم‌ترین دستاورد پژوهش‌های به‌نژادی محسوب می‌شوند (Nawaz *et al.*, 2019). با توجه به اینکه ارقام پرمحصول نقش مهمی را در افزایش عملکرد و توسعه اقتصاد کشاورزی یک کشور دارند، لازم است با تولید و در اختیار قرار دادن ارقام جدید پرمحصول به کشاورزان و تولیدکنندگان گیاهان زراعی، اطمینان بخشی لازم از نظر کمیت و کیفیت محصول با حداقل ریسک‌پذیری برای استفاده از آن‌ها وجود داشته باشد (Shahzad *et al.*, 2019). ارقام جدید گیاهی جدید قبل از معرفی و استفاده تجاری کشاورزان، با استفاده از آزمون تعیین ارزش زراعی و مصرف (Value of Cultivation and use; VCU) ارزیابی می‌شوند. هدف از این آزمون، مقایسه ارزش تولید محصول ارقام جدید یک گیاه زراعی با ارقام تجاری موجود و شناسایی ارقام برتر در منطقه اکولوژیکی خاص می‌باشد. با این حال این امکان وجود دارد که نتایج آزمایشات زراعی، در مکان‌ها و سال‌های مختلف متفاوت باشند (Alishah *et al.*, 2019). کشاورزی به عوامل محیطی هر مکان، به‌ویژه خصوصیات آب و هوا و خاک منطقه وابسته است. آزمایش‌های زراعی غالبا به‌صورت شبکه‌ای انجام می‌شوند تا ارزیابی اثر عملیات کشاورزی امکان‌پذیر شود. در این شبکه‌ها مجموعه‌های یکسان و مشابهی از تیمارهای آزمایشی در چند مکان طی چند سال ارزیابی می‌شوند تا متغیر بودن اثرات ارزیابی شده و میانگین اندازه آنها برآورد شود (Alishah *et al.*, 2019). بسیاری از صفات کمی و کیفی پنبه از جمله عملکرد وش، عملکرد الیاف و درصد الیاف، تحت تاثیر ژنتیک، محیط و برهمکنش ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند (Shahzad *et al.*, 2019).

گزارش شده است که تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه‌ها و برهمکنش آنها از صفات تاثیرگذار بر عملکرد ارقام پنبه با طول دوره رشد متفاوت محسوب می‌شوند (Teodoro *et al.*, 2019). خان و همکاران (Khan *et al.*, 2009) گزارش دادند که تعداد غوزه در بوته و تعداد شاخه فرعی بیشترین اثر مثبت و معنی‌دار را بر عملکرد الیاف پنبه دارند. وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2007) در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید الیت لاین‌های نوترکیب پنبه گزارش کردند که تعداد غوزه در بوته بیشترین سهم در عملکرد الیاف پنبه را دارد. کیفیت الیاف پنبه با ویژگی‌هایی مانند طول، ظرافت، استحکام، یکنواختی، رنگ و مواد خارجی الیاف ارزیابی می‌شود (Alishah *et al.*, 2019). ویژگی‌های ذاتی الیاف مانند طول، استحکام، ظرافت و رسیدگی در طول رشد گیاه پایه‌ریزی می‌شود. نتایج یک آزمایش روی شاخص‌های کیفی پنبه در اتیوپی نشان داد که بین استحکام الیاف و طول متوسط نیمه بالایی الیاف (Upper-Half Mean Length; UHML) یکی از شاخص‌های کیفی الیاف پنبه که نشان دهنده طول الیاف بلندتر از طول ۵۰ درصد الیاف است)، ارتباط مستقیم وجود دارد، اما بین طول الیاف و شاخص میکرونری و نسبت یکنواختی و شاخص الیاف کوتاه، ارتباط معکوس وجود دارد (Desalegn *et al.*, 2009). ژنوتیپ‌های پنبه از نظر طول دوره رشد نیز تفاوت زیادی دارند. در یک آزمایش روی ۵۱ ژنوتیپ پنبه، دامنه زودرسی ۵۵-۳۱ تا ۷۰/۹ روز بود (Shakeel *et al.*, 2011). تعداد غوزه و وزن

غوزه و برهمکنش آنها از صفات تاثیرگذار بر عملکرد ارقام پنبه با طول دره رشد مختلف محسوب می‌شوند (Teodoro *et al.*, 2019). خان و همکاران (Khan *et al.*, 2009) گزارش کردند که تعداد غوزه در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد پنبه دارند. وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2007) گزارش کردند که در هیبریدهای الیت لاین‌های نوترکیب پنبه، تعداد غوزه در بوته بیشترین سهم را در عملکرد الیاف پنبه داشت. با وجود اصلاح و معرفی ارقام جدید پنبه در کشور در سال‌های اخیر، ارقام جدید پنبه خارجی نیز در کشور ثبت، معرفی و تجاری‌سازی شده‌اند. بر این اساس توسعه کشت پنبه کشت ارقام زودرس، پرمحصول و دارای کیفیت مطلوب الیاف در برنامه وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته است. این پژوهش به‌منظور ارزیابی و مقایسه عملکرد وش و اجزای آن، ویژگی‌های الیاف و زودرسی شش رقم جدید پنبه خارجی با منشاء کشورهای یونان و ترکیه و سه رقم جدید پنبه ایرانی تارمتوسط متداول در سه استان مهم پنبه‌کاری کشور؛ خراسان جنوبی (بیرجند) و فارس (داراب) و اردبیل (مغان) اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد وش و کیفیت الیاف ارقام ایرانی و خارجی پنبه تارمتوسط، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و نه رقم شامل سه رقم ایرانی (شایان، ارمغان و گلستان) و شش رقم خارجی (Agn112، Agn117، Agn126 از شرکت امریکن ژنتیکس یونان، Speria و Tesla از شرکت گلدن وست یونان و Lodos از شرکت اوزآلتین تاریم ترکیه) به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹) در سه استان خراسان جنوبی (بیرجند- ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه)، ۳ فارس (داراب) و اردبیل (مغان؛ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی) اجرا شد. در اواخر اردیبهشت هر سال با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و فرا رسیدن تاریخ کاشت مناسب پنبه در منطقه (اوایل تا نیمه اردیبهشت به بعد)، بذرهای ارقام پنبه پس از کدگذاری در مزرعه‌ای که زمین آن در سال قبل آیش و عملیات خاک ورزی اولیه (شخم عمیق در پاییز) و عملیات خاک‌ورزی ثانویه (شخم متوسط، دیسک، هرس، تسطیح) انجام شده بود، کاشته شدند. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول ۱۲ متر (یک متر ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد) و فاصله بین ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متر با فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر (تراکم ۶/۶ بوته در مترمربع) و عمق کاشت سه سانتی‌متر بود. میزان عناصر مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون، به خاک مزرعه اضافه شد. کوددهی به‌ترتیب ۲۰۰، ۸۵ و ۸۵ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم از منبع کودهای اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم در زمان شخم و در طول فصل رشد به خاک اضافه شدند. علف‌های هرز به‌صورت دستی وجین شدند. آبیاری با روش نواری انجام شد و تاریخ اولین آبیاری به عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته شد.

در انتهای فصل رشد عملکرد وش (کیلوگرم در هکتار)، تعداد غوزه در بوته، وزن تک غوزه (گرم)، ظرافت الیاف (میکروگرم در اینچ)، طول الیاف (میلی‌متر)، یکنواختی الیاف (درصد)، استحکام الیاف (g/tex)، کشش الیاف (درصد)، درخشندگی الیاف (RD) و زردی الیاف (b^{+}) اندازه‌گیری شدند. پس از برداشت محصول هر کرت، الیاف از پنبه‌دانه جدا و پس از توزین الیاف و پنبه دانه، درصد کیل محاسبه شد. زودرسی به صورت تعداد روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های هر کرت محاسبه شد. به‌منظور ارزیابی خصوصیات کیفی الیاف، پس از برداشت محصول هر کرت، بر اساس استاندارد ۲۳۰ گرم نمونه الیاف تهیه و خصوصیات کیفی آنها در آزمایشگاه مرجع مؤسسه تحقیقات پنبه کشور در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران (ورامین) اندازه گیری شد.

داده‌های هرسال در پایان سال تجزیه و در پایان دو سال، از آزمون بارتلت جهت آزمون یکنواختی واریانس‌های خطاهای آزمایشی (برای شش محیط) استفاده شد. با توجه به همگن بودن واریانس خطاهای آزمایشی، داده‌ها به‌صورت مرکب تجزیه شدند. تجزیه واریانس، آزمون بارتلت، مقایسات گروهی و مقایسه میانگین‌ها (با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد)، از نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی، تجزیه خوشه‌ای (هیت‌مپ) و نمودار بای‌پلات برای گروه‌بندی ارقام، از نرم افزار R 4.4.2 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت برای محاسبه همگنی واریانس خطاهای محیط‌های آزمایشی (شش محیط) برای عملکرد وش ارقام پنبه، نشان دهنده عدم معنی‌داری آن در مکان‌های مورد آزمایش بود. با برقراری فرض یکنواختی و همگنی واریانس‌ها در بین مکان‌های آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با فرض تصادفی بودن سال‌ها و مکان‌ها و ثابت بودن ارقام پنبه انجام شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، مکان، رقم و برهمکنش آنها بر عملکرد وش، تعداد غوزه در بوته و وزن غوزه ارقام پنبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد وش در سال دوم بیشتر از سال اول بود. عملکرد وش در مغان با میانگین ۴۵۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را داشت. رقم Agn117 با ۴۱۸۹/۹ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و رقم گلستان با ۳۱۷۸/۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد وش را داشتند (جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد وش (۶۲۵۸/۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم Agn126 در سال دوم در بیرجند و کمترین مقدار آن (۱۳۱۷/۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم Lodos در سال دوم در داراب بود (جدول ۵). بیشترین تعداد غوزه در بوته در رقم شایان در سال دوم در بیرجند و کمترین تعداد غوزه در رقم Lodos در سال دوم در داراب به‌دست آمد (جدول ۵). بر خلاف عملکرد وش و تعداد غوزه، بیشترین وزن غوزه (۶/۳۹ گرم) در سال اول به‌دست آمد. در مغان، بیرجند و داراب با میانگین‌های ۶/۵، ۶/۳ و ۵/۶ گرم، به‌ترتیب بیشترین وزن غوزه به‌دست آمد. رقم ارمغان دارای بیشترین وزن غوزه (۶/۳ گرم) بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن غوزه (۷/۵ گرم) مربوط به رقم Speria در سال اول در داراب و کمترین وزن غوزه (۳/۹ گرم) نیز مربوط به رقم Agn112 در سال دوم در داراب بود (جدول ۵). به گزارش وو و همکاران (Wu *et al.*, 2004) تعداد و وزن غوزه از اجزای اصلی و تعیین کننده عملکرد وش پنبه بوده و واریانس فنوتیپی پایین در عملکرد ناشی از برهمکنش ژنوتیپ و محیط بر عملکرد و اجزای عملکرد است. رمضانی و همکاران (Ramezani *et al.*, 2007) گزارش کردند که اندازه و تعداد غوزه و درصد کیل الیاف از صفات موثر در عملکرد پنبه بوده و نقش مهمی در افزایش عملکرد پنبه دانه دارند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس برهمکنش سه گانه سال و مکان و رقم بر زودرسی ارقام پنبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. میزان زودرسی ارقام پنبه در سال اول و دوم آزمایش تفاوت زیادی نداشت، ولی اثر مکان بر آن چشمگیر بود. ارقام پنبه در بیرجند با ۱۰۷/۲ روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های کرت‌ها زودرس‌تر و در داراب با ۱۱۱/۳ روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های کرت‌ها، دیررس‌تر بودند. رقم شایان با ۹۹/۹ روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های کرت‌ها زودرس‌ترین و رقم خارجی Agn117 با ۱۱۶/۵ روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های کرت‌ها دیررس‌ترین ارقام بودند (جدول ۱). بر اساس نتایج دو سال و سه مکان، رقم شایان با ۹۵/۷ روز در سال دوم در داراب زودرس‌ترین رقم بود (جدول ۵). گودی و پالومو (Godoy and Polomo, 1999)

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات گیاهی و شاخص‌های کیفی الیاف ارقام پنبه در تیمارهای سال، مکان و رقم

Table 1. Mean comparison of plant traits and fiber quality indices of cotton cultivars in year, location and cultivar treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments سال Year	عملکرد وش Seed cotton yield (kg.ha^{-1})	زودرسی* Earliness*	تعداد غوزه در بوته No. of boll.plant^{-1}	وزن غوزه Boll weigh (g)	ظرافت الیاف Fiber fitness (Micronaire= μg.in^{-1})	طول الیاف Fiber length (mm)	یکنواختی الیاف Fiber uniformity (%)	استحکام الیاف Fiber strength (g.tex^{-1})	کشش الیاف Fiber elongation (%)	درخشندگی الیاف (RD) Fiber reflectance degree (%)	زردی الیاف (b$^+$) Fiber yellowness (%)	کیل الیاف Gin turn out (%)
۱۳۹۹-۱۳۹۸ 2019-2020	3551.7±98.0	109.3±2.0	14.9±0.3	6.39±0.04	4.8±0.04	29.8±0.17	83.0±0.15	32.1±0.26	6.0±0.04	76.9±0.3	8.7±0.06	43.4±0.34
۱۴۰۰-۱۳۹۹ 2020-2021	3748.9±142.3	110.0±1.7	16.35±0.41	5.92±0.09	4.3±0.01	29.5±0.17	84.6±0.17	32.0±0.26	6.5±0.07	70.6±0.7	9.0±0.14	43.5±0.33
$LSD_{5\%}$	46.4	0.47	0.24	0.08	0.09	0.28	0.33	0.41	0.14	1.46	0.45	0.58
$LSD_{1\%}$	63.6	0.71	0.32	0.11	0.12	0.39	0.46	0.56	0.20	1.99	0.61	0.79
مکان Location												
Darab داراب	2388.1±75.3	111.3±1.0	12.49±0.22	5.6±0.11	4.5±0.04	27.8±0.13	82.0±0.19	29.4±0.25	6.5±0.06	73.6±0.45	9.1±0.1	40.1±0.27
Moghan مغان	4558.91±58.7	110.0±0.83	17.65±0.23	6.5±0.03	4.6±0.05	31.1±0.13	84.9±0.12	34.2±0.18	6.0±0.07	71.3±0.5	8.5±0.15	44.0±0.33
Birjand بیرجند	4003.9±151.6	107.2±0.74	16.74±0.55	6.3±0.06	4.6±0.05	30.1±0.14	84.5±0.15	32.5±0.17	6.2±0.07	76.3±1.05	9.0±0.14	46.2±0.24
$LSD_{5\%}$	56.9	0.80	0.29	0.10	0.11	0.35	0.41	0.50	0.17	1.78	0.55	0.71
$LSD_{1\%}$	77.9	1.09	0.40	0.13	0.15	0.47	0.56	0.69	0.24	2.44	0.75	0.97
ارقام پنبه Cotton cultivars												
Agn112	3796.7±197.8	109.4±1.0	16.71±0.49	5.7±0.19	4.6±0.08	29.4±0.31	84.6±0.36	32.6±0.34	6.3±0.13	71.1±2.84	8.9±0.21	45.8±0.57
Agn117	4189.9±259.8	116.5±2.0	17.29±0.59	6.0±0.15	4.7±0.1	29.8±0.36	83.9±0.35	33.4±0.54	6.1±0.15	74.6±1.11	7.9±0.23	44.0±0.58
Agn126	3744.3±288.2	116.0 ±1.3	15.38±0.78	6.2±0.12	4.7±0.08	29.6±0.35	83.9±0.39	32.1±0.76	6.3±0.17	74.2±0.79	9.0±0.17	43.9±0.53
Lodos	3337.5±231.7	106.5±1.1	14.42±0.63	6.2±0.12	4.5±0.07	29.2±0.32	83.8±0.39	31.5±0.55	6.2±0.08	75.1±0.96	9.1±0.13	44.8±0.44
Speria	3657.1±261.1	108.5±0.95	15.25±0.63	6.2±0.19	4.5±0.06	29.7±0.33	83.6±0.49	31.2±0.53	6.3±0.15	75.2±0.9	9.0±0.17	41.3±0.48
Tesla	3686.9±229.6	113.8±0.62	16.21±0.59	5.8±0.14	4.5±0.07	29.4±0.31	84.0±0.28	32.3±0.38	6.3±0.1	73.6±0.92	8.7±0.29	43.4±0.7
Shayan	3631.8±293.5	99.9±0.65	16.08±1.15	6.2±0.14	4.7±0.1	29.3±0.44	83.4±0.37	31.0±0.58	6.2±0.1	72.9±1.1	9.1±0.22	44.3±0.8
Armaghan	3630.2±310.1	105.7±0.85	15.17±0.88	6.3±0.13	4.5±0.08	30.4±0.35	83.8±0.4	31.6±0.32	6.1±0.11	73.6±0.89	8.5±0.25	42.3±0.86
Golestan	3178.0±233.1	109.2±1.8	14.13±0.95	6.3±0.12	4.4±0.04	30.2±0.43	83.3±0.33	32.7±0.62	6.2±0.13	73.5±1.0	9.6±0.24	41.2±0.76
$LSD_{5\%}$	74.6	1.4	0.58	0.16	0.16	0.69	0.65	0.97	0.33	3.39	0.60	0.90
$LSD_{1\%}$	98.1	2.0	0.76	0.21	0.21	0.91	0.86	1.27	0.43	4.46	0.79	1.18

*Days from planting to the opening of 60% of bolls of each plot

*روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های هر کرت

گزارش کردند کـه زودرسـی در پنبـه ارتبـاط مسـتقیمی بـا پایین بودن اولین شاخه زایا و کوتاه بودن ارتفـاع بوتـه دارد. نتایج آزمایش حاضر و نتایج گزارش شده توسط عالیشاه و همکـاران (Alishah *et al.*, 2019) و وانـگ و همکـاران (Wang *et al.*, 2007) نشـان می‌دهـد کـه زودرسـی، وزن و تعداد غوزه در بوتـه، نقـش مهمـی در عملکـرد پنبـه داشـته و درصـورت بـالا بـودن وراثت‌پـذیری، می‌تـوان از آن‌هـا در برنامـه‌های بـه‌نژادی و انتخـاب ارقـام پرمحصـول پنبـه استفاده کرد. میـزان همبسـتگی عملکـرد وش بـا زودرسـی محصـول پنبـه در منـابع مختلـف متفـاوت گــزارش شـده اســت. در برخــی از منــابع همبســتگی بــین عملکــرد و زودرسی پنبه مثبت و در برخـی نیـز منفی گزارش شـده است (Shang *et al.*, 2016).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر معنی‌دار سال، مکان و رقم بر یکنواختی الیاف در سـطح احتمـال یـک درصد و برهمکنش سال و مکان بـر شـاخص ظرافـت و طـول الیـاف ارقـام پنبـه در سـطح احتمـال پـنج درصـد معنی‌دار بود. بیشترین میزان شاخص ظرافت الیاف بدون تفاوت معنـی‌دار مربـوط بـه ارقـام Agn117، Agn126 و شـــایان (بـــه‌ترتیـــب ۴/۷۳، ۴/۷۲ و ۴/۷۲ میکرونـــر؛ میکروگرم بر اینچ) بـود. کمتـر بـودن شـاخص ظرافـت الیاف در صنایع نخ‌ریسی و نساجی مطلوب اسـت، زیـرا الیاف ظریف‌تر، قابلیت تولید نخ با اسـتحکام بیشـتری را دارنـــد. بیشـــترین طـــول الیـــاف در رقـــم ارمغـــان (۳۰/۴ میلی‌متر) به‌دست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین ظرافـت (۴/۹۸ میکرونـر؛ میکروگـرم بـر ایـنچ) و طـول الیاف (۳۱/۴ میلی‌متر) در سـال اول در مغـان و کمتـرین ظرافت الیاف (۴/۳ میکرونر؛ میکروگرم بر اینچ) و طول الیاف (۲۷/۷ میلی‌متر) به‌ترتیب در سـال دوم و سـال اول در داراب به‌دست آمد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش سال و رقم بـر کشـش الیـاف در سـطح احتمـال پـنج درصـد و بـرهمکنش مکـان و رقـم بـر اسـتحکام الیـاف در سـطح احتمـال یـک درصـد معنـی‌دار بودنـد. نتـایج مقایسـه میانگین‌هـا نشـان داد کـه بیشـترین میـزان کشـش الیـاف مربوط به رقم Agn126 در سـال دوم (۶/۷ درصـد) بـود (جدول ۳). بیشترین میزان کشش الیاف مقدار مربوط به رقم Agn126 در داراب (۶/۹ درصد) و کمتـرین مقـدار آن در رقم گلستان در مغان (۵/۷ درصد) به‌دسـت آمـد (جدول ۴). بیشترین میزان استحکام الیاف بدون تفـاوت معنـــی‌دار در ارقـــام Agn117، گلســـتان و Agn126 در داراب، مغـان و داراب (بـه‌ترتیب ۳۵/۵، ۳۵/۴ و ۳۵/۳ گرم بر تکس) به دست آمـد. کمتـرین اسـتحکام الیـاف (۳۸/۲ گـرم بـر تکـس) در رقـم Agn126 در داراب حاصل شد. کیفیت الیاف پنبه با ویژگی‌هایی نظیر طول، ظرافت، استحکام، یکنـواختی، رنـگ و عـاری بـودن از مـواد خـارجی ارزیـابی می‌شـود (Manan *et al.*, 2022). ویژگی‌هـای الیـاف ماننـد طـول، اسـتحکام، ظرافـت و رسـیدگی آن در مراحل رشدی گیاه پایه‌ریزی می‌شـود. گزارش شده است که بین طول الیاف و شاخص ظرافت (میکرونری) و نسبت یکنواختی و شاخص الیاف کوتاه، ارتباط معکوس وجود دارد (Desalegn *et al.*, 2009). با افزایش ظرافت الیاف، تعداد الیاف در واحد سطح مقطع نخ افزایش یافته و نخ حاصله از آن محکم‌تر خواهد بود که مورد نظر صنایع نخ‌ریسی است. بایـد توجـه داشـت کـه ظرافـت خیلـی کـم (کمتـر از ۳)، نشـان دهنـده عدم رسیدگی کامـل الیـاف بـوده و مطلـوب نمی‌باشـد (Morton and Hearle, 2008). کشـش الیـاف یکـی از شـاخص‌های تکنولـوژیکی الیـاف پنبـه اسـت کـه نشـان دهنـده میـزان انعطاف‌پـذیری الیـاف در مقابـل کشـش است. کشش الیاف میزان (درصد) افزایش طـول الیـاف (تا حد پاره شدن) نسبت به طول اولیه است. بالاتر بـودن میـزان کشـش الیـاف در تولیـد نـخ و پارچـه مطلـوب‌تر محســوب می‌شــود (Haigler, 2010). نتــایج اکثــر آزمایش‌های انجـام شـده روی وراثـت پـذیری صـفات کیفی الیاف پنبه نشان داده است که اثـرات افزایشـی در کنترل صفات کیفی نقش بیشتری دارنـد (Ahuja *et al.*, 2006; Vafaie-Tabar and Tajik Khaveh, 2014).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مکـان، رقـم و برهمکنش مکان و رقم بر کیل الیاف در سـطح احتمـال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسـه میانگین‌هـا نشـان داد که بیشترین میزان کیل الیاف (۴۸/۲ درصد) مربـوط به رقـم Agn112 در داراب و کمتـرین مقـدار آن (۳۶/۵ درصد) مربوط به رقـم گلسـتان در داراب بـود (جـدول ۴). کیل نشان دهنده درصـد الیـاف وش یـا نسبت وزن الیاف به وزن وش و ارزش تجاری محصول پنبـه اسـت. بالاتر بودن میزان کیل یک رقم، نشان دهنده بیشتر بودن میزان الیاف استحصالی (محلوج) در فراینـد تصـفیه وش بوده و برای صـنایع پنبه پـاک‌کنی و سـودآوری آن‌هـا بسیار حائز اهمیت است (Anandan, 2010). کیـل یکـی از اجزای عملکرد الیاف به‌شمار می‌رود که بـا عملکـرد الیاف همبستگی مثبت دارد، به‌همین علت در برنامـه‌های به‌نژادی پنبه بهبود آن مورد توجـه اسـت. فشـار انتخـاب روی کیـل پنبـه باعـث کـاهش انـدازه دانـه و افـزایش احتمال خسـارت بـه آن در مراحـل جنین‌زایـی می‌شـود (Chaudhary and Rathore, 2022).

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد وش و شاخص‌های کیفی الیاف ارقام پنبه در برهمکنش تیمارهای سال و مکان

Table 2. Mean comparison of yield, yield components and fiber quality indices of cotton cultivars in interaction of year and location treatments

مکان Location	سال Year		عملکرد وش Seed cotton yield (kg.ha^{-1})	زودرسی* Earliness*	تعداد غوزه در بوته No. of boll.plant^{-1}	وزن غوزه Boll weigh (g)	طول الیاف Fiber length (mm)
داراب	2019-2020	۱۳۹۸-۱۳۹۹۹	2906.4±67.3	112.3±1.47	13.1±0.18	6.4±0.09	27.7±0.16
Darab	2020-2021	۱۳۹۹-۱۴۰۰	1869.7±55.9	110.2±1.54	11.8±0.38	4.8±0.08	27.9±0.21
مغان	2019-2020	۱۳۹۸-۱۳۹۹۹	4838.3±59.0	109.9±1.32	18.8±0.22	6.4±0.04	31.4±0.16
Moghan	2020-2021	۱۳۹۹-۱۴۰۰	4279.5±77.9	110.1±1.02	16.4±0.3	6.5±0.05	30.7±0.17
بیرجند	2019-2020	۱۳۹۸-۱۳۹۹۹	2910.3±96.1	104.8±0.85	12.7±0.31	6.3±0.07	30.4±0.12
Birjand	2020-2021	۱۳۹۹-۱۴۰۰	5097.4±125.2	109.6±1.09	20.7±0.45	6.3±0.09	29.9±0.24
	$LSD_{5\%}$		80.5	1.14	0.41	0.14	0.49
	$LSD_{1\%}$		110.2	1.53	0.56	0.19	0.67

*Days from planting to the opening of 60% of bolls of each plot

*روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های هر کرت

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی الیاف ارقام پنبه در برهمکنش تیمارهای سال و رقم

Table 3. Mean comparison of fiber quality indices of cotton cultivars in interaction of year and cultivar treatments

سال Year	ارقام پنبه Cotton cultivars	استحکام الیاف Fiber strength (g.tex^{-1})	کشش الیاف Fiber elongation (%)
۱۳۹۸-۱۳۹۹ 2019-2020	Agn112	32.7±0.53	6.2±0.1
	Agn117	33.5±0.76	5.7±0.08
	Agn126	32.1±1.1	5.9±0.13
	Lodos	31.6±0.78	6.1±0.06
	Speria	31.2±0.79	5.9±0.1
	Tesla	32.3±0.5	6.1±0.13
	Shayan	30.9±0.8	6.0±0.09
	Armaghan	31.6±0.48	5.8±0.1
	Golestan	32.8±0.9	5.8±0.15
۱۳۹۹-۱۴۰۰ 2020-2021	Agn112	32.4±0.45	6.3±0.24
	Agn117	33.3±0.79	6.6±0.2
	Agn126	32.0±1.1	6.7±0.27
	Lodos	31.5±0.81	6.3±0.15
	Speria	31.3±0.74	6.6±0.26
	Tesla	32.4±0.58	6.4±0.15
	Shayan	31.1±0.87	6.3±0.17
	Armaghan	31.6±0.45	6.5±0.14
	Golestan	32.5±0.89	6.5±0.15
	$LSD_{5\%}$	1.37	0.46
	$LSD_{1\%}$	1.80	0.60

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی الیاف ارقام پنبه در برهمکنش تیمارهای مکان و رقم

Table 4. Mean comparison of fiber quality indices of cotton cultivars in interaction of location and cultivar treatments

	Location مکان										
	داراب Darab				مغان Moghan				بیرجند Birjand		
ارقام پنبه Cotton cultivars	کشش الیاف Fiber elongation (%)	زردی الیاف (b^+) Fiberyyellowness (%)	کیل الیاف Gin turn out (%)		کشش الیاف Fiber elongation (%)	زردی الیاف (b^+) Fiber yellowness (%)	کیل الیاف Gin turn out (%)		کشش الیاف Fiber elongation (%)	زردی الیاف (b^+) Fiber yellowness (%)	کیل الیاف Gin turn out (%)
Agn112	6.5±2.03	8.7±2.11	42.4±3.53		5.8±2.2	8.3±2.71	48.2±2.57		6.4±2.22	9.6±3.07	46.8±2.94
Agn117	5.9±1.23	8.0±3.15	40.7±2.44		6.2±2.79	7.4±3.03	45.7±3.29		6.3±2.49	8.5±2.55	45.5±4.43
Agn126	6.9±2.22	9.4±2.46	40.9±2.46		5.9±2.76	8.8±2.69	44.2±3.35		6.1±2.14	8.9±2.46	46.6±3
Lodos	6.4±1.24	9.3±2.00	42.3±3.06		6.0±1.05	9.0±2.32	45.2±3.17		6.2±2.2	9.0±2.43	46.7±2.81
Speria	6.7±2.34	9.5±2.14	39.1±3.02		5.9±2.04	8.5±2.38	41.1±3.7		6.2±2.62	8.8±2.69	43.5±3.49
Tesla	6.5±1.71	9.1±2.73	42.1±2.16		5.9±1.84	7.9±2.41	40.1±2.53		6.3±2.04	9.1±4.05	47.9±2.8
Shayan	6.4±1.85	9.4±2.05	39.2±3.49		6.1±1.83	8.6±3.58	46.3±3.19		6.1±2.23	9.4±2.29	47.5±2.77
Armaghan	6.2±1.37	8.9±2.23	37.5±2.1		6.1±2.31	7.9±2.85	42.2±4.44		6.1±2.28	8.8±3.67	47.0±2.14
Golestan	6.6±1.96	9.5±2.27	36.5±2.64		5.7±1.86	10.2±3.27	43.0±2.3		6.2±2.16	9.0±3.17	44.1±4.46
$LSD_{5\%}$	0.56	1.04	1.56	$LSD_{5\%}$	0.56	1.04	1.56	$LSD_{5\%}$	0.56	1.04	1.56
$LSD_{1\%}$	0.74	1.37	2.05	$LSD_{1\%}$	0.74	1.37	2.05	$LSD_{1\%}$	0.74	1.37	2.05

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد وش و زودرسی ارقام پنبه در برهمکنش تیمارهای سال و مکان و رقم

Table 5. Mean comparison of yield, yield components and earliness of cotton cultivars in interaction of year×location×cultivar treatments

		2019-2020 ۱۳۹۸-۱۳۹۹				2020-2021 ۱۳۹۹-۱۴۰۰			
مکان Location	ارقام پنبه Cotton cultivars	عملکرد وش Seed cotton yield ($kg.ha^{-1}$)	زودرسی* Earliness*	تعداد غوزه در بوته No. of boll.$plant^{-1}$	وزن غوزه Boll weigh (g)	عملکرد وش Seed cotton yield (Kg/ha)	زودرسی* Earliness*	تعداد غوزه در بوته No. of boll.$plant^{-1}$	وزن غوزه Boll weigh (g)
داراب Darab	Agn112	3278.3±48.8	113.2±0.25	14.5±0.29	6.0±0.12	2271.8±29.4	114.7±0.85	14.7±0.48	3.9±0.18
	Agn117	3245.5±36.3	127.5±0.29	14.2±0.25	6.4±0.1	2237.5±42.5	127.7±0.48	14.5±0.29	4.5±0.17
	Agn126	3160.5±33.7	119.5±0.29	12.5±0.29	6.8±0.05	2180.2±66.9	118.7±0.25	12.2±0.25	5.0±0.04
	Lodos	2544.7±72.1	113.7±0.48	13.5±0.29	6.6±0.13	1317.7±46.7	113.0±0.41	8.7±0.25	5.2±0.04
	Speria	3552.7±94.0	104.5±0.29	13.5±0.65	7.5±0.07	1678.1±53.5	104.2±0.25	12.0±0.41	4.6±0.11
	Tesla	2681.9±27.7	114.5±0.29	13.0±0.41	6.0±0.03	2087.5±48.8	108.0±1.15	14.5±0.29	4.4±0.19
	Shayan	2725.2±38.6	96.0±0.41	12.2±0.25	6.3±0.07	1608.3±34.6	95.7±0.25	10.0±0.41	4.9±0.12
	Armaghan	2601.1±83.9	105.7±0.48	12.7±0.48	6.3±0.03	1632.0±55.8	108.5±0.87	9.7±0.25	5.2±0.06
	Golestan	2368.0±55.8	116.5±0.65	11.7±0.25	5.6±0.08	1814.5±82.7	101.7±1.18	10.2±0.25	5.5±0
بیرجند Birjand	Agn112	3257.0±46.0	105.2±0.25	15.0±0.41	5.7±0.07	4408.7±45.2	115.5±0.5	19.5±0.65	5.6±0.22
	Agn117	3656.5±51.9	101.2±0.25	15.0±0.41	6.0±0.1	5816.2±27.4	119.7±0.25	21.0±0.41	6.3±0.07
	Agn126	2564.2±34.0	105.0±0	12.5±0.29	6.3±0.08	6258.7±36.0	111.0±0.58	22.2±0.25	6.3±0.16
	Lodos	3851.7±29.9	102.0±0	14.2±0.25	6.8±0.12	3653.7±46.4	108.0±0	15.7±0.25	5.9±0.23
	Speria	2598.5±30.2	103.0±0	12.2±0.25	5.8±0.12	5466.2±75.5	113.0±0.58	19.7±0.25	6.7±0.02
	Tesla	3216.5±40.7	114.5±0.5	13.5±0.29	6.0±0.14	5047.5±136.1	113.5±0.87	20.2±0.63	6.0±0.03
	Shayan	2473.5±51.6	100.0±0	1.01±0.41	6.6±0.09	4970.0±66.9	100.7±0.48	25.0±1.29	6.5±0.3
	Armaghan	2399.0±43.7	112.5±0.5	11.2±0.25	6.5±0.12	5481.2±26.3	105.5±0.29	20.5±0.96	7.0±0.27
	Golestan	2176.2±34.3	100.0±0	9.7±0.25	6.7±0.08	4774.5±42.6	99.5±0.65	22.7±0.48	6.34±0.1
مغان Moghan	Agn112	5031.7±124.2	103.7±0.5	19.2±1.11	6.5±0.08	4532.5±46.2	104.2±0.5	17.2±0.25	6.5±0.08
	Agn117	5221.3±41.1	109.2±0.96	20.2±0.25	6.4±0.12	4962.5±20.9	110.5±0.58	18.7±0.25	6.5±0.07
	Agn126	4684.7±114.7	122.2±1.5	18.2±0.25	6.3±0.08	3617.5±29.5	122.7±0.96	14.5±0.29	6.4±0.07
	Lodos	4727.1±83.6	101.5±0.58	18.5±0.29	6.3±0.06	3930.0±23.8	100.7±0.96	15.7±0.25	6.4±0.09
	Speria	4584.8±30.1	113.2±0.96	18.0±0.41	6.3±0.13	4062.5±57.7	11.03±0.82	16.0±0.41	6.4±0.13
	Tesla	4745.1±11.0	116.2±0.96	19.0±0.41	6.2±0.04	4343.2±78.3	116.2±0.96	17.0±0.41	6.3±0.18
	Shayan	5126.8±22.7	103.5±0.58	20±0.41	6.5±0.13	4887.5±19.7	103.5±0.58	18.2±0.25	6.7±0.09
	Armaghan	5243.0±45.1	100.7±0.96	19.5±0.29	6.5±0.1	4425.0±47.7	101.2±0.5	17.2±0.48	6.5±0.11
	Golestan	4179.7±32.4	118.7±0.96	17.0±0.41	6.5±0.11	3755.0±136.2	119.0±0.82	13.2±0.25	7.1±0.13
	$LSD_{5\%}$	182.8	1.23	1.42	0.39	182.8	1.23	1.42	0.39
	$LSD_{1\%}$	240.3	2.21	1.87	0.51	240.3	2.21	1.87	0.51

*Days from planting to the opening of 60% of bolls of each plot

*روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های هر کرت

نتـایج تجزیـه واریـانس نشـان داد کـه شـاخص درخشـندگی الیـاف در ارقـام پنبـه تفـاوت معنـی‌داری نداشت، ولی اثـر سـال و مکـان در سـطح احتمـال یـک درصد معنی‌دار بود. اثر رقم و مکـان بـر شـاخص زردی الیاف پنبه در سطح احتمـال پـنج درصـد معنـی‌دار بـود. درخشندگی الیاف در سال اول (۷۶/۹ درصـد) بیشـتر از سـال دوم (۷۰/۶ درصـد) بـود. درخشـندگی الیـاف در بیرجنـد بیشـترین (۷۶/۳ درصـد) و در مغـان کمتـرین (۷۱/۳ درصد) مقـدار را داشـت. بیشـترین میـزان زردی الیـاف بـه‌ترتیـب مربـوط بـه داراب، بیرجنـد و مغـان (به‌ترتیب ۹/۱، ۹/۰ و ۸/۵ درصد) بـود. بیشـترین مقـدار زردی الیـاف مربـوط بـه رقـم گلسـتان (۹/۶ درصـد) و کمترین مقدار آن (۷/۹ درصد) مربوط به رقـم Agn117 بود (جدول ۱).

نتـایج تجزیـه همبسـتگی نشـان داد کـه عملکـرد وش دارای همبسـتگی مثبـت و معنـی‌دار بـا تعـداد غـوزه (r= ۰/۹۱***)، ظرافـت الیـاف (r= ۰/۸۰**) و زودرسـی (r= ۰/۵۹*)، و همبستگی منفی و معنی‌دار با زردی الیـاف (r= −۰/۸۷**) بود. ظرافت الیاف علاوه بر عملکـرد وش، با تعداد غوزه (r= ۰/۷۶*) و کیل الیاف (r= ۰/۵۸*) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار و با زردی الیاف (r= −۰/۵۳*) همبستگی منفی و معنـی‌دار بـود. یکنـواختی الیـاف دارای همبستگی منفی و معنی‌دار بـا وزن غـوزه (r= −۰/۸۲**) و همبستگی مثبت و معنـی‌داری با کیـل الیـاف (r= ۰/۷۱**) بـود. رمضـانی و همکـاران (Ramezani *et al.*, 2007) گزارش کردند کـه انـدازه و تعـداد غـوزه و کیـل الیـاف نقـش مهمـی در افـزایش عملکـرد پنبـه دارنـد. اقبـال و همکاران (Iqbal *et al.*, 2003) گزارش دادند که ارقـام در پنبه آپلند، تعداد و وزن غوزه با عملکـرد وش، همبسـتگی مثبـت و معنـی‌داری داشـت. هـولادی و همکـاران (Holladay *et al.*, 2022) نیز گزارش دادنـد کـه در ارقـام پنبه وزن وش و تعداد غـوزه بیشـترین همبسـتگی مثبـت و معنی‌دار را با وزن بذر و وزن الیاف داشـتند و وزن الیـاف دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن بذر بود. رابطه ذاتی قوی بین متغیر وابسـته (عملکـرد وش) بـا متغیرهـای مستقل (تعداد غوزه و ظرافت الیـاف) بـه‌دلیـل پیوسـتگی ژن (لینکــاژ) و یــا اثــرات پلیوتروپیـک ژن‌هـا اسـت (Gurmessa *et al.*, 2022). همبستگی مثبت عملکـرد وش با ظرافت الیاف دلالت بر آن دارد که ارقـامی بـا شـاخص ظرافت (میکرونری) کمتر (که ظرافـت الیاف آنهـا بیشـتر است)، دارای عملکرد وش کمتری هستند. ایـن موضـوع بـا گزارش پتال و همکاران (Patel *et al.*, 2022) مطابقـت دارد. بر این اساس تعـداد غوزه یکی از مهم‌تـرین اجـزای عملکرد بـوده و مـی‌تـوان از آن بـه‌عنـوان یـک شـاخص انتخاب مناسب برای بهبـود عملکـرد ارقـام پنبـه اسـتفاده کرد.

بر اساس نتایج مقایسه گروهی صفات کمی و کیفی شـش رقـم پنبـه خـارجی در مقابـل سـه رقـم ایرانـی از نظـر عملکـرد وش، تعـداد غـوزه در بوتـه، وزن غـوزه، زودرسی، زردی و کیل الیـاف تفـاوت معنـی‌داری بـین آنهـا وجـود داشـت. از نظـر صـفات ظرافـت، طـول، یکنـواختی، اسـتحکام، کشـش و درخشـندگی الیـاف تفاوت معنی‌داری بین ارقام پنبه وجود نداشت. عملکـرد وش، تعـــداد غـــوزه، زودرســـی و کیـــل الیـــاف در ارقـام خـارجی بیشـتری از ارقـام داخلـی بـود. میـانگین صــفات فــوق در ارقــام خــارجی بــه‌ترتیــب ۳۷۳۵/۴ کیلوگرم در هکتـار، ۱۵/۸، 111/8 و ۴۳/۸ درصـد و در ارقام ایرانی ۳۴۸۰/۰ کیلـوگرم در هکتـار، ۱۵/۱، 104/9 و ۴۲/۶ درصـد بـود. ارقـام ایرانـی از نظـر صـفات وزن غـوزه و زردی الیـاف دارای میـانگین بـالاتری از ارقـام خـارجی بودنـد. میـانگین وزن غـوزه و زردی الیـاف در ارقـام ایرانـی ۶/۳ گـرم و ۹/۱ و در ارقـام خـارجی ۶/۰ گرم و ۸/۸ بود (جدول ۶). یکی از روش‌های بـه‌نژادی، تبادل مواد ژنتیکی بین کشورها است که پس از ارزیابی سـازگاری و پایـداری عملکـرد ارقـام در ایسـتگاه‌های تحقیقاتی هر کشور، درصورت برتـری آن‌هـا نسبت بـه رقم تجارتی رایج، نسبت به معرفی آن‌ها اقدام می‌شـود. به‌علاوه شناخت دقیق ژرم‌پلاسم‌ها بـرای انتقـال صـفات

در برنامه‌های دورگ‌گیری نیز از الزامات اصلاح ارقام برتر است (Liu *et al.*, 2021). تفاوت در عملکرد وش ارقام خارجی و ایرانی پنبه در آزمایش حاضر را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی و سازگاری بالاتر ارقام خارجی نسبت به ارقام ایرانی در محیط‌های مختلف نسبت داد (Alishah *et al.*, 2019).



شکل ۱- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد وش و شاخص‌های کیفی الیاف ارقام پنبه

Fig. 1. Correlation coefficents between yield, yield components and fiber quality indices of cotton cultivars

Y1: عملکرد وش، Y2: زودرسی، Y3: تعداد غوزه در بوته، Y4: وزن غوزه، Y5: ظرافت الیاف، Y6: طول الیاف، Y7: یکنواختی الیاف، Y8: استحکام الیاف، Y9: کشش الیاف، Y10: درخشندگی الیاف، Y11: زردی الیاف، Y12: کیل الیاف

Y1; Seed cotton yield, Y2; Earliness, Y3; No. of boll.plant^{-1}, Y4; Boll weigh, Y5; Fiber fitness, Y6; Fiber length, Y7; Fiber uniformity, Y8; Fiber strength, Y9; Fiber elongation, Y10; Fiber Reflectance degree, Y11; Fiber yellowness, Y12; Gin turn out

به‌منظور روشن شدن اهمیت متغیرهایی که در گروه‌ها نقش دارند، تجزیه به عامل‌ها انجام شده و ضرایب عامل‌ها پس از چرخش وریماکس بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برآورد شدند (جدول ۷). چهار عامل بر اساس مقادیر ویژه بزرگتر از یک انتخاب شدند که جمعا ۸۵/۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کردند. عامل اول ۴۴/۶ درصد از تغییرات را توجیه کرد که شامل صفات عملکرد وش، تعداد غوزه در بوته، زودرسی، ظرافت، یکنواختی و کیل الیاف با بار مثبت و وزن تک غوزه با بار منفی بود. عامل دوم ۱۹/۹ درصد از تغییرات را توجیه کرد که شامل طول، کشش و زردی الیاف بود. عامل سوم که ۱۱/۴ درصد از تغییرات را توجیه کرد شامل ظرافت و استحکام الیاف بود. عامل چهارم ۹/۶ درصد تغییرات را توجیه کرد که شامل درخشندگی الیاف با بار مثبت، بیش‌ترین تأثیر را در این عامل داشت. با توجه به این که دو عامل اصلی اول و دوم بیشترین تغییرات واریانس داده‌ها را توجیه کردند و صفات عملکرد وش، اجزای عملکرد و صفات کیفی الیاف در این عامل‌ها قرار داشتند، از این دو عامل جهت به‌دست آوردن پراکنش و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دستگاه مختصات استفاده شد (شکل ۲). اگر هدف انتخاب رقمی با عملکرد بالا، ظرافت واستحکام الیاف بالا باشد، رقم Agn117 بهترین رقم است و اگر هدف انتخاب رقمی با

جدول ۶- مقایسه میانگین گروهی عملکرد و اجزای عملکرد وش، زودرسی و شاخص‌های کیفی الیاف ارقام ایرانی و خارجی پنبه

Table 6. Orthogonal mean comparison of yield, yield components, earliness and fiber quality indices of Iranian and introduced cotton cultivars

ارقام پنبه Cotton cultivars	عملکرد وش Seed cotton yield ($kg.ha^{-1}$)	زودرسی* Earliness*	تعداد غوزه در بوته No of $boll.plant^{-1}$	وزن غوزه Boll weigh (g)	ظرافت الیاف (میکرونری) Fiber fitness (Micronaire; $\mu g.in^{-1}$)	طول الیاف Fiber length (mm)	یکنواختی الیاف Fiber uniformity (%)	استحکام الیاف Fiber strength ($g.tex^{-1}$)	کشش الیاف Fiber elongation (%)	درخشندگی الیاف Fiber Reflectance Degree (%)	زردی الیاف (b^+) Fiber yellowness (%)	کیل الیاف Gin turn out (%)
خارجی Introduced	3735.4	111.8	15.8	6.0	4.6	29.5	84.0	32.2	6.2	74.0	8.8	43.8
ایرانی Iranian	3480.0	104.9	15.1	6.3	4.5	30.0	83.5	31.8	6.2	73.3	9.1	42.6
مقایسه گروهی (تفاوت میانگین) Orthogonal comparison	255.3**	6.2**	0.75**	-0.26*	0.04^{ns}	-0.43^{ns}	0.47^{ns}	0.42^{ns}	0.08^{ns}	0.65^{ns}	-0.31*	1.25**

*Days from planting to the opening of 60% of bolls of each plot

*روز از زمان کاشت تا شکفتگی ۶۰ درصد غوزه‌های هر کرت

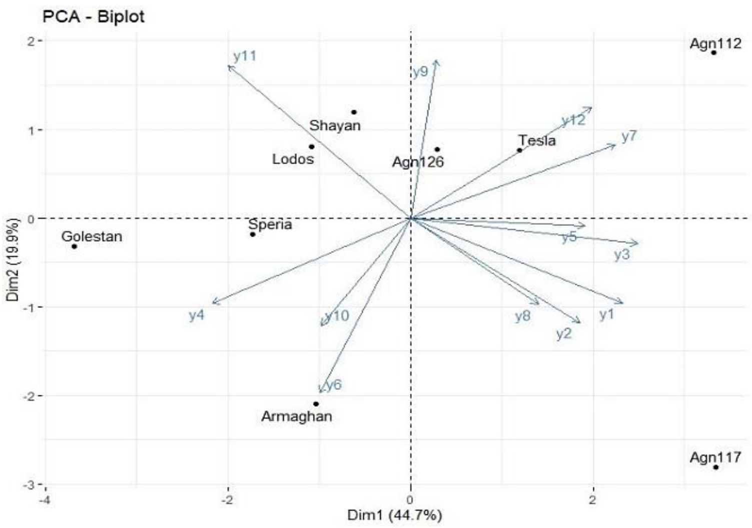
ns, *, **: Not significant and significant at 5% and 1% probability level, respectively

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۷- تجزیه به عامل‌های صفات و شاخص‌های کیفی الیاف پنبه بر اساس چرخش واریماکس

Table 7. Factor analysis for traits and fiber quality indices of cotton cultivars based on Varimax rotation

Traits and indices	صفات و شاخص‌ها	عامل اول Factor 1	عامل دوم Factor 2	عامل سوم Factor 3	عامل چهارم Factor 4
Seed cotton yield	عملکرد وش	0.848	0.349	0.296	0.024
Earliness	زودرسی	0.677	0.429	-0.247	0.415
No. of boll.plant^{-1}	تعداد غوزه در بوته	0.908	0.104	0.194	-0.203
Boll weigh	وزن غوزه	-0.790	0.352	0.398	-0.056
Fiber fitness (Micronaire)	ظرافت الیاف (میکرونر)	0.697	0.031	0.598	-0.228
Fiber length	طول الیاف	-0.362	0.718	-0.322	-0.253
Fiber uniformity	یکنواختی الیاف	0.817	-0.302	-0.308	0.140
Fiber strength	استحکام الیاف	0.510	0.355	-0.585	-0.039
Fiber elongation	کشش الیاف	0.104	-0.649	-0.012	0.494
Fiber Reflectance degree	درخشندگی الیاف	-0.358	0.442	0.316	0.740
Fiber yellowness	زردی الیاف	-0.727	-0.628	-0.129	-0.100
Gin turn out	کیل الیاف	0.722	-0.456	0.128	-0.067
Eigen values	مقادیر ویژه	5.359	2.392	1.376	1.161
Cumulative variance (%)	درصد واریانس تجمعی	0.447	0.646	0.761	0.857



شکل ۲- نتایج تجزیه بای‌پلات براساس مولفه اول و دوم برای ارقام پنبه

Fig. 2. Biplot analysis based on the first and second components for cotton cultivars

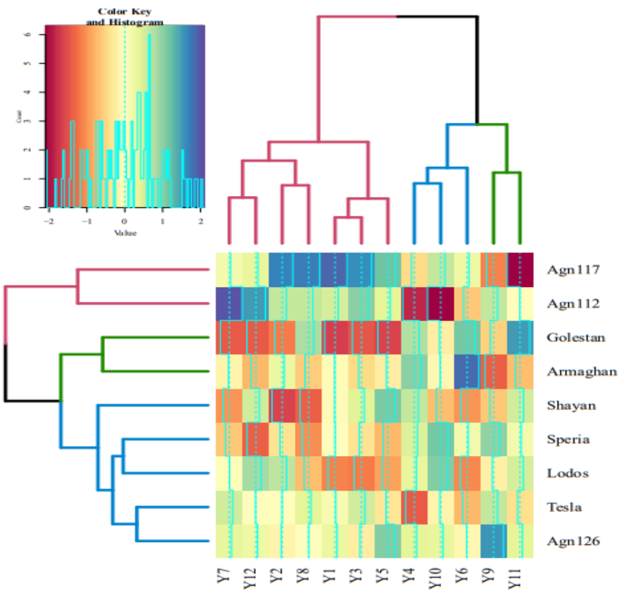
Y1: عملکرد وش، Y2: زودرسی، Y3: تعداد غوزه در بوته، Y4: وزن غوزه، Y5: ظرافت الیاف، Y6: طول الیاف، Y7: یکنواختی الیاف، Y8: استحکام الیاف، Y9: کشش الیاف، Y10: درخشندگی الیاف، Y11: زردی الیاف، Y12: کیل الیاف

Y1; Seed cotton yield, Y2; Earliness, Y3; No. of boll.plant^{-1}, Y4; Boll weigh, Y5; Fiber fitness, Y6; Fiber length, Y7; Fiber uniformity, Y8; Fiber strength, Y9; Fiber elongation, Y10; Fiber Reflectance degree, Y11; Fiber yellowness, Y12; Gin turn out

وزن تک غوزه بالا، طول و درخشندگی الیاف بالا و یکنواختی کیل الیاف پایین باشد، ارقام ارمغان، گلستان و Speria بهترین ارقام هستند. آزمایش‌های زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آن‌ها با عملکرد با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها و سایر روش‌های چندمتغیره در پنبه انجام شده است (Kumar *et al.*, 2019). برای انتخاب بهترین ارقام از نظر عملکرد، زودرسی، طول الیاف، یکنواختی

الیاف، استحکام الیاف، کشش الیاف، درصد کیل و ظرافت الیاف به‌طور هم‌زمان، می‌توان از روش تجزیه بای‌پلات استفاده کرد (Kumar *et al.*, 2019). عالیشاه و همکاران (Alishah *et al.*, 2019) نیز با استفاده از روش تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ‌های پنبه با خصوصیات کمی و کیفی بالاتر را شناسایی و معرفی کردند.

به‌منظور تعیین قرابت ارقام و گروه‌بندی آن‌ها برمبنای صفات مورد بررسی، تجزیه خوشه‌ای به‌روش Ward و با استفاده از مربع فاصله اقلیدسی انجام شد. بر اساس نتایج ارقام پنبه در سه گروه دسته‌بندی شدند (شکل ۳) که دو رقم Agn117 و Agn112 در گروه اول، دو رقم گلستان و ارمغان در گروه دوم و پنج رقم شایان، Speria، Lodos، Tesla و Agn126 در گروه سوم قرار گرفتند. محاسبه میانگین و انحراف معیار برای هر گروه نشان داد که ارقام گروه اول از نظر عملکرد وش، تعداد غوزه در بوته و ظرافت الیاف دارای بیشترین مقدار بودند. براساس صفات و شاخص‌های اندازه‌گیری شده، گروه یک شامل زودرسی، یکنواختی، کیل و استحکام الیاف بود. گروه دوم شامل عملکرد وش، تعداد غوزه در بوته و ظرافت الیاف بود. گروه سوم شامل صفات وزن غوزه، طول و درخشندگی الیاف بود و گروه چهارم شامل کشش و زردی الیاف بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای نتایج حاصل از تجزیه بای‌پلات و همبستگی را تأیید کرد. عالیشاه و همکاران (Alishah *et al.*, 2019)، ۴۰ ژنوتیپ پنبه را با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و براساس صفات مورد ارزیابی در سه گروه طبقه‌بندی کردند. نتایج آزمایش ظفر و همکاران (Zafar *et al.*, 2022) نشان داد که هرچه فاصله گروه‌ها از یکدیگر بیشتر باشد هتروزیس بیشتری در هیبریداسیون بین آن‌ها مشاهده خواهد شد و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های تولید ارقام هیبرید استفاده کرد.



شکل ۳- تجزیه خوشه‌ای ارقام پنبه بر اساس روش Ward

Fig. 3. Cluster analysis of cotton cultivars based on Ward's method

Y1: عملکرد وش، Y2: زودرسی، Y3: تعداد غوزه در بوته، Y4: وزن غوزه، Y5: ظرافت الیاف، Y6: طول الیاف، Y7: یکنواختی الیاف، Y8: استحکام الیاف، Y9: کشش الیاف، Y10: درخشندگی الیاف، Y11: زردی الیاف، Y12: کیل الیاف

Y1; Seed cotton yield, Y2; Earliness, Y3; No. of boll.plant^{-1}, Y4; Boll weigh, Y5; Fiber fitness, Y6; Fiber length, Y7; Fiber uniformity, Y8; Fiber strength, Y9; Fiber elongation, Y10; Fiber Reflectance degree, Y11; Fiber yellowness, Y12; Gin turn out

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که در بین متغیرهای مورد ارزیابی، وزن غوزه، تعداد غوزه در بوته، زودرسی، کیل و ظرافت الیاف اجزای مهم تعیین کننده عملکرد وش در پنبه هستند که می‌توان از آن‌ها در غربال‌گری و انتخاب ارقام مطلوب استفاده کرد. بین ارقام پنبه مورد ارزیابی از لحاظ عملکرد وش تفاوت معنی‌داری وجود داشت که با توجه به مجموعه صفات و شاخص‌های مورد ارزیابی می‌توان ارقام Agn117 و Agn112 با منشاء یونان را به‌دلیل دارا بودن بالاترین عملکرد وش و کیل الیاف و رقم شایان را به‌دلیل زودرسی و ظرافت الیاف، به‌عنوان رقم‌های جایگزین برای سایر ارقام پنبه مورد توجه قرار داده و در پروژه‌های به‌نژادی آتی از آن‌ها استفاده کرد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از رساله دکتری نگارنده اول است که به گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج ارائه شده است. بدینوسیله از کلیه افرادی که به اجرای این تحقیق کمک کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Ahuja, S.L., Dhayal, L.S. and Prakash, R. 2006. A correlation and path coefficient analysis of components in *G. hirsutum* L. hybrids by usual and fibre quality grouping. *Turkish Journal os Agriculture and Forestry,* 30: pp.317-324. https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol30/iss5/2

Alishah, O., MahmoodJanloo, H., Hekmat, M.H., Naderi, A., Arefi, Sidmasoomi, S.Y. and Talat, F. 2019. Investigation of genotype× environment interaction and yield stability of hopeful cotton (*G. hirsutum* L.) genotypes. *Journal of Crop Breeding,* 11: pp226-236. [In Persian]. http://doi.org/10.29252/jcb.11.31.226

Anandan, A. 2010. Environmental impact on the combining ability of fiber traits and seed-cotton yield in cotton. *Journal of Crop Improvement,* 24: pp.310-323. https://doi.org/10.1080/15427528.2010.497959

Chaudhary, I.J. and Rathore, D. 2022. Effects of ambient and elevated ozone on morphophysiology of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and its correlation with yield traits. *Environmental Technology and Innovation,* 25: pp.102146. https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102146

Desalegn, Z., Ngamchuen, R. and Rungsarid, K. 2009. Correlation and heritability for yield and fiber quality parameters of Ethiopian cotton (*Gossypium hirsutum* L.) estimated from 15 (dialed) crosses. *Agriculture and Natural Resources,* 43: pp.1-11. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/244632

Godoy, A.S. and Palomo, G.A. 1999. Genetic analysis of earliness in upland cotton *Gossypium hirsutum* L. morphological and phonological variables. *Euphytic,* 105: pp.155-160. https://doi.org/10.1023/A:1003490016166

Gurmessa, D., Damtew, S., Balcha, M. and Gebregziabher, A. 2022. Character association study and path analysis for fiber yield and its attributes in improved Ethiopian cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences,* 32: pp.119-132. https://doi.org/10.20372/eiar-rdm/0ZEBKH

Haigler, C.H. 2010. Physiological and anatomical factors determining fiber structure and utility. *In:* Physiology

of Cotton. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3195-2_4

Holladay, S.K., Bridges, W., Jones, M.A. and Campbell, B.T. 2022. Growth, boll development, agronomic performance, and fiber quality of *Gossypium barbadense* L. in the southeastern US Coastal Plain. *Crop Science,* 62: pp.1461-1471. https://doi.org/10.1002/csc2.20756

Iqbal, M., Iqbal, M.Z., Chang, M.A. and Hayat, K. 2003. Yield and fiber quality potential for second generation cotton hybrids. *Pakistan Journal of Biological Sciences,* 6: pp.1883-1887. http://doi.org//10.3923/pjbs.2003.1883.1887

Khan, N.U., Hassan, G., Marwat, K.B., Batool, F.S., Makhdoom, K., Khan, I.A. and Ahmad, W. 2009. Genetic variability and heritability in upland cotton. *Pakistan Journal of Botany,* 41(4), pp.1695-1705.

Khosravi, A. and Moosavi, S.G. 2019. Effect of irrigation, foliar application of methanol and plant density on morphophysiology traits, yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Iranian Journal of Cotton Research,* 7: pp.33-56. [In Persian]. https://doi.org/10.22092/ijcr.2019.120508.1107

Kumar, P., Nimbal, S., Budhlakoti, N., Singh, V. and Sangwan, R.S. 2022. Genetic diversity and population structure analysis for morphological traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Applied Genetics,* 63: pp.87-101. https://doi.org/10.1007/s13353-021-00667-8

Liu, X., Yang, L., Wang, J., Wang, Y., Guo, Z., Li, Q. and Zhang, Z. 2021. Analyzing quantitative trait loci for fiber quality and yield-related traits from a recombinant inbred line population with *Gossypium hirsutum* race palmeri as one parent. *Frontiers in Plant Science,* 12: pp.1-11. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.817748

Manan, A., Zafar, M.M., Ren, M., Khurshid, M., Sahar, A., Rehman, A. and Shakeel, A. 2022. Genetic analysis of biochemical, fiber yield and quality traits of upland cotton under high-temperature. *Plant Production Science,* 25: pp.105-119. https://doi.org/10.1080/1343943X.2021.1972013

Morton, W.E. and Hearle, J.W.S. 2008. Fibre fineness and transverse dimensions. Physical properties of textile fibres. (Eds.), pp.97-133. https://doi.org/10.1533/9781845694425.97

Nawaz, B., Sattar, S. and Malik, T.A. 2019. Genetic analysis of yield components and fiber quality parameters in upland cotton. *International Multidisciplinary Research Journal,* 9: pp.13-19. https://doi.org/10.25081/imrj.2019.v9.5284

Patel, J., Chandnani, R., Khanal, S., Adhikari, J., Brown, N., Chee, P.W. and Paterson, A.H. 2022. Pyramiding novel EMS-generated mutant alleles to improve fiber quality components of elite upland cotton germplasm. *Industrial Crops and Products,* 178: pp.114594. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114594

Ramezani, M.M., Majidi, I., Zamanizadeh, H.R., Mohammadi, S.A. and Azizi, M. 2007. Study on genetic diversity in diploid cotton (*Gossypium herbaceum*, *G. arboreum*) using morphological traits. *Journal of Plant Production Sciences,* 17: pp.44-60. [In Persian]. https://sid.ir/paper/7799/fa

Shahzad, K., Qi, T., Guo, L., Tang, H., Zhang, X., Wang, H. and Xing, C. 2019. Adaptability and stability comparisons of inbred and hybrid cotton in yield and fiber quality traits. *Agronomy,* 9: pp.516.

https://doi.org/10.3390/agronomy9090516

Shakeel, A., Farooq, J., Ali, M.A., Riaz, M., Farooq, A., Saeed, A. and Saleem, M.F. 2011. Inheritance pattern of earliness in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Australian Journal of Crop Sciences,* 5: pp.1224-1231: https://digitalcommons.memphis.edu/facpubs/13917

Shang, L., Wang, Y., Cai, S., Ma, L., Liu, F., Chen, Z. and Hua, J. 2016. Genetic analysis of upland cotton dynamic heterosis for boll number per plant at multiple developmental stages. *Scientific Reports,* 6: pp.1-9. https://doi.org/10.1038/srep35515

Teodoro, P.E., Farias, F.J.C., de Carvalho, L.P., Ribeiro, L.P., Nascimento, M., Azevedo, C.F. and Bhering, L.L. 2019. Adaptability and stability of cotton genotypes regarding fiber yield and quality traits. *Crop Science,* 59: pp.518-524. https://doi.org/10.2135/cropsci2018.04.0250

Vafaie-Tabar, M. and Tajik Khaveh, Z. 2014. Statical analysis of correlation between yield and earliness, and other trait of upland cotton varieties (*Gossypium hirsutum*). *Iranian Journal of Cotton Researches,* 2: pp.19-34. [In Persian]. https://doi.org/10.22092/ijcr.2014.100642

Wang, B., Guo, W., Zhu, X., Wu, Y., Huang, N. and Zhang, T. 2007. QTL mapping of yield and yield components for elite hybrid derived-RILs in upland cotton. *Journal of Genetics and Genomics,* 34: pp.35-45. https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60005-8

Wu, Y.T., Yin, J.M., Guo, W.Z, Zhu, X.F. and Zhang, T.Z. 2004. Heterosis performance of yield and fibre quality in F_1 and F_2 hybrids in upland cotton. *Plant Breeding,* 123: pp.285-289. https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2004.00990.x

Yehia, W.M.B. and El-Hashash, E.F. 2019. Combining ability effects and heterosis estimates through line x tester analysis for yield, yield components and fiber traits in Egyptian cotton. Journal of Agronomy, 10: pp.1-13. https://www.researchgate.net/publication/335432373

Zafar, M.M., Razzaq, A., Farooq, M.A., Rehman, A., Firdous, H., Shakeel, A. and Youlu, Y. 2022. Genetic variation studies of ionic and within boll yield components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under salt stress. *Journal of Natural Fibers,* 19: 3063-3082. https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1838996

Zhu, G., Hou, S., Song, X., Wang, X., Wang, W., Chen, Q. and Guo, W. 2021. Genome-wide association analysis reveals quantitative trait loci and candidate genes involved in yield components under multiple field environments in cotton (*Gossypium hirsutum*). *BMC Plant Biology,* 21: pp.1-11. https://doi.org/10.1186/s12870-021-03009-2